

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-150219

(43)Date of publication of application : 23.05.2003

(51)Int.Cl.

G05B 19/4069  
B25J 9/22  
G06T 17/40

(21)Application number : 2001-346640

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 12.11.2001

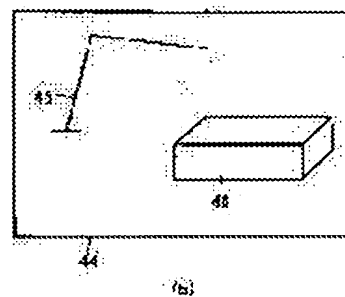
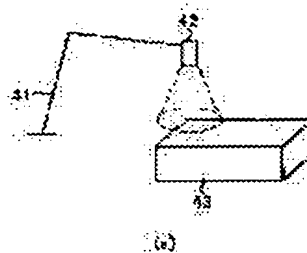
(72)Inventor : WATANABE ATSUSHI  
NAGATSUKA YOSHIHARU

## (54) SIMULATION DEVICE FOR WORK MACHINE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To execute simulation by matching off-line programming with an actual system.

**SOLUTION:** A three-dimensional model 46 of a peripheral object (table, work or the like) 43 is laid out with a three-dimensional model 45 of a robot or the like on a display screen 44 of a simulation device. Then, a dot sequence, segments, and faces or the like are designated, and a work dot sequence is prepared so that an operation program can be generated. Then, simulation is executed according to the data. An operation locus is displayed on the display screen in a animation format. A three-dimensional visual sensor 42 is mounted on the robot, and the actual disposed situation is detected. When the deviation of the layout is generated based on the detected result, this is corrected. The work dot sequence information of the robot is adjusted, and the work dots of the program of the work machine are made to correspond to the actual peripheral equipment or work.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-150219

(P2003-150219A)

(43)公開日 平成15年5月23日(2003.5.23)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 5 B 19/4069		G 0 5 B 19/4069	3 C 0 0 7
B 2 5 J 9/22		B 2 5 J 9/22	A 5 B 0 5 0
G 0 6 T 17/40		G 0 6 T 17/40	B 5 H 2 6 9

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-346640(P2001-346640)

(22)出願日 平成13年11月12日(2001.11.12)

(71)出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72)発明者 渡辺 淳

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 長塚 嘉治

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(74)代理人 100082304

弁理士 竹本 松司 (外4名)

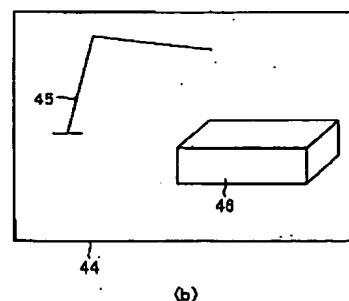
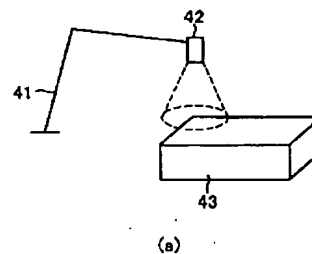
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 作業機械のシミュレーション装置

## (57)【要約】

【課題】 オフラインプログラミングと実際のシステムとの整合をとったシミュレーション。

【解決手段】 シミュレーション装置の画面44上に、周辺物体(テーブル、ワーク等)43の3次元モデル46をロボット等の3次元モデル45と共にレイアウトする。点列、線分、面等を指定し作業点列を作成し、動作プログラムを生成し、そのデータに従ってシミュレーションを実行する。画面上には動作軌跡がアニメーション形式で表示される。3次元視覚センサ等42をロボットに搭載し、実物の配置状況とを検出する。検出結果に基づいて、レイアウトにずれがあればこれを修正する。ロボットの作業点列情報を調整し、前記作業機械のプログラムの作業点を実際の周辺機器やワークに対応させるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロボットや工作機械などの作業機械の3次元モデルと、前記作業機械の周辺に置かれる周辺機器やワークの3次元モデルを組合せて画面に動画で表示させることにより実際のシステムのシミュレーションを行なうシミュレーション装置において、前記3次元モデルを前記画面上に配置する手段と、前記画面上に配置された任意の3次元モデルの1以上の特徴箇所に対する、実際の周辺機器やワークの夫々の対応箇所の位置をセンサで検出する手段と、該検出された各対応箇所の位置に基づいて前記作業機械と、前記周辺機器やワークとの相対位置関係を求める手段と、該求めた相対位置関係に基づいて前記モデルの前記画面上での配置を修正する手段とを含むことを特徴とする、シミュレーション装置。

【請求項2】 ロボットや工作機械などの作業機械の3次元モデルと、前記作業機械の周辺に置かれる周辺機器やワークの3次元モデルを組合せて画面に動画で表示させることにより実際のシステムのシミュレーションを行なうシミュレーション装置において、前記3次元モデルを前記画面上に配置する手段と、前記作業機械に搭載したセンサと、前記画面上に配置された任意の3次元モデルの1以上の特徴箇所に対する、実際の周辺機器やワークの夫々の対応箇所を前記センサで捉え得る位置姿勢となるように前記作業機械を移動させ、前記各対応箇所の位置を前記センサで検出する手段と、該検出された各対応箇所の位置に基づいて前記作業機械と、前記周辺機器やワークとの相対位置関係を求める手段と、該求めた相対位置関係に基づいて前記モデルの前記画面上での配置を修正する手段とを含むことを特徴とする、シミュレーション装置。

【請求項3】 前記求めた相対位置関係に基づいて前記作業機械の作業点列情報を調整し、前記作業機械のプログラムの作業点を実際の周辺機器やワークに対応させる手段を持つことを特徴とする、請求項1または請求項2に記載のシミュレーション装置。

【請求項4】 前記シミュレーション装置上の前記作業機械の動作の変更や作業点の追加／変更が実際の前記作業機械の動作の変更や作業点の追加／変更に関連する手段を備える、請求項1または請求項2に記載のシミュレーション装置。

【請求項5】 前記シミュレーション装置の画面に、前記作業機械の操作を支援するための図形を表示することにより、実際の前記作業機械の動作の変更や作業点の追加／変更操作の支援を行う、請求項4に記載のシミュレーション装置。

【請求項6】 前記センサが、2次元視覚センサ、3次

元視覚センサ、又は距離センサであることを特徴とする、請求項1乃至請求項5の何れか1項に記載のシミュレーション装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばロボットや工作機械など作業機械のシミュレーションを行なうためのシミュレーション装置に関し、特に、センサでシミュレーションで用いられるモデルと実際のシステムの整合をとってシミュレーションを行なえるようにしたシミュレーション装置に関する。

【0002】

【従来の技術】オフラインプログラミングシステムでロボットなどの作業機械のプログラムを作成した場合、そのままで誤差が大きいのが通例である。そこで通常は、実際のシステムでワーク（作業対象物）をタッチアップしてプログラムを修正している。また、ビジョンセンサなどを使い、ワークの位置と姿勢を決める3点を検出して、プログラム全体をシフトさせることも試されている。

【0003】更に、タッチアップやシフトされたプログラムを再びオフラインプログラミングシステムへ戻すと、オフラインプログラミングシステムの画像の中で、ロボットなどの作業機械のプログラムの作業点とワークの作業点が、タッチアップ分画面上でずれることがしばしば生じる。これに対し、タッチアップ量の情報から、オフラインプログラミングシステムの画面上の配置をシフトすることも行われている。

【0004】ところで、ロボットや工作機械など作業機械、周辺機器、ワークなどの周辺物体により構成されるシステムのオフラインシミュレーションを行なう場合には、パーソナルコンピュータなどのシミュレーション装置により前記作業機械や周辺物体（周辺機器、ワーク等）の3次元モデルを作成した後、その3次元モデルを配置状態を含めて実際のシステムと一致するように配置する必要がある。

【0005】一般に、作成した3次元モデルを実際のシステムと同じ位置に配置し、シミュレーション装置の画面上にシステムの3次元モデルを構築することは手間がかかる作業である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術では、作業現場とは別の事務所等で行なわれるオフラインプログラミングの作業に加え、工場現場ではロボットなどの作業機械、周辺機器、ワークの位置姿勢を検出するセンサの設置、調整や、オフラインプログラミングと実際のシステムの間で必要な作業点のタッチアップやシフトの作業、そして、タッチアップやシフトされた作業点をオフラインプログラミングに反映させる作業等が行なわれている。

10

20

30

40

50

【0007】しかし、實際上、これらの作業は手間がかかり、簡単、短時間にロボットなどの作業機械のプログラムを完成させることが出来なかった。言い換えれば、オフラインプログラミングから実際のシステムとの配置調整、タッチアップやシフト、そして、オフラインプログラミングの再調整と、オフラインプログラミングから実際のシステムと一貫して合わせるシミュレーション装置がなかった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は先ず、ロボットや工作機械などの作業機械の3次元モデルと、前記作業機械の周辺に置かれる周辺機器やワークの3次元モデルを組合せて画面に動画で表示させることにより実際のシステムのシミュレーションを行なうシミュレーション装置に適用される。

【0009】請求項1の発明に従ったシミュレーション装置の構成には、前記3次元モデルを前記画面上に配置する手段と、前記画面上に配置された任意の3次元モデルの1以上の特徴箇所（1以上の特徴点、又は1以上の特徴線分）に対する、実際の周辺機器やワークの夫々の対応箇所の位置をセンサで検出する手段と、該検出された各対応箇所の位置に基づいて前記作業機械と、前記周辺機器やワークとの相対位置関係を求める手段と、その求めた相対位置関係に基づいて前記モデルの配置を修正する手段が含まれる。

【0010】請求項2の発明に従ったシミュレーション装置の構成には、前記3次元モデルを前記画面上に配置する手段と、前記作業機械に搭載したセンサと、前記画面上に配置された任意の3次元モデルの1以上の特徴箇所（1以上の特徴点、又は1以上の特徴線分）に対する、実際の周辺機器やワークの夫々の対応箇所を前記センサで捉え得る位置姿勢となるように前記作業機械を移動させ、前記各対応箇所の位置を前記センサで検出する手段と、該検出された各対応箇所の位置に基づいて前記作業機械と、前記周辺機器やワークとの相対位置関係を求める手段と、その求めた相対位置関係に基づいて前記モデルの前記画面上での配置を修正する手段が含まれる。

【0011】また、請求項3の発明のシミュレーション装置においては、前記求めた相対位置関係に基づいて前記作業機械の作業点列情報を調整し、前記作業機械のプログラムの作業点を実際の周辺機器やワークに対応させる手段が具備される。更に、請求項4の発明のシミュレーション装置の構成には、シミュレーション装置上の前記作業機械の動作の変更や作業点の追加/変更が実際の前記作業機械の動作の変更や作業点の追加/変更に関連する手段が含まれる。

【0012】そして、請求項5の発明は、シミュレーション装置の画面に、前記作業機械の操作を支援するための図形を表示する手段を設け、実際の前記作業機械の動

作の変更や作業点の追加/変更操作の支援を行うようにしている。これら諸発明において、請求項6で規定したように、前記センサとして、例えば2次元視覚センサ、3次元視覚センサ、又は距離センサを用いることが出来る。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は、シミュレーション装置の要部構成を記したブロック図である。同図に示したように、シミュレーション装置全体は、ディスプレイ画面13を提供する表示部と本体部14で構成されている。本体部14には、アニメーション演算表示装置15、データ記憶装置16、作業機械の動作演算処理装置17が装備されている。

【0014】また、図示は省略したが、シミュレーション装置のこれら諸部について、必要に応じてプログラムデータ、パラメータデータ、指令等についての編集、修正、入力等をマニュアル操作で行なうためのキーボード、マウス等が付設されている。更に、図示を省略したメインCPUがデータ記憶装置16に格納されたシステムプログラム等に従って、シミュレーション装置の各部を統括制御している。通信路4を介してのデータの授受は、適当な入出力インターフェイス（図示省略）を介して行なわれる。

【0015】その他、各実施例で行なわれる処理のために必要なプログラムデータ、パラメータ等はデータ記憶装置16に格納され、その起動、読み出し、書込、修正等はメインCPUで制御される。

【0016】〔第1実施例〕先ずロボット、周辺装置、ワーク等の3次元モデルをシミュレーション装置の画面13上で配置する。周辺装置、ワーク等の3次元モデルは、CAD装置で用意された2次元図面データを利用してシミュレーション装置内で作成しても良い。ロボットの3次元モデルは例えばデータ記憶装置16に用意されているものを利用する。

【0017】このようにしてシミュレーション装置の画面13上に配置されたそれら諸要素はおおよそ正しい位置、即ち、実際の作業現場等における対応物体（ロボット、周辺装置、ワーク等の実物あるいはこれを模したダミー）のレイアウト位置と一致することが期待される。

【0018】しかし実際のケースにおいては、データの誤差、現場でのレイアウト微調整等により、シミュレーション装置1上で得られたレイアウトと実際のレイアウトとの間にはズレが生じる場合が少なくない。このようなズレを残したままシミュレーションを行なえば、正確なシミュレーションが行えなくなるおそれがある。そこで、3次元モデルのシミュレーション装置上の配置が完了した後に、実際の周辺装置、ワークの配置をセンサなどで実測し、その実測結果に基づいて、前記3次元モデルの配置を修正する。このような実測とレイアウト修正を行なう事例を第1実施例とする。

【0019】先ず図3は、シミュレーション対象に含まれてい作業機械であるロボット（実物）41にセンサ42を搭載し、周辺物体（ここではテーブル）43の計測を行い、画面上のレイアウトを修正する例を示している。この計測結果に基づき、シミュレーション装置の画面44上のテーブルの3次元モデル46の表示位置（画面上レイアウト位置）が修正される。なお、符号45はロボットの3次元モデルを表わしている。ここで、センサとしては、状況に応じて2次元センサ、3次元センサ、距離センサ等を適宜選択すれば良い。

【0020】次に図4は、2次元センサ52を用いてテーブル53の計測を行う様子を表わしている。この場合、符号52a～52cで示したように、センサを搭載したロボットの姿勢を変化させ、複数の方向からテーブル53（他の周辺物体、例えばワークなどでも良い）を計測する。これら複数方向からの計測で得たデータを使えば、周知の三角測量等の原理に従い、テーブル53（または他の周辺物体）の3次元位置（姿勢を含む）を計測することが出来る。この計測結果に基づき、シミュレーション装置の画面上のテーブル（または他の周辺物体）の3次元モデル46の表示位置（画面上レイアウト位置）が修正される。

【0021】また、図5は、ロボット61に3次元センサ62を搭載して3個のテーブルa63、テーブルb64及びテーブルc65の計測を行う様子を表わしている。この場合、各テーブル63～65（あるいは他の周辺物体、例えばワークなど）の角などの特徴部分をセンサ62で捕らえ、各周辺物体（テーブル63～65）の3次元の位置姿勢を計測する。なお、3次元センサの実例については後述する。

【0022】この計測結果に基づき、シミュレーション装置の画面66上のテーブルa～テーブルcの3次元モデル68～70の表示位置（画面上レイアウト位置）が修正される。なお、符号71はロボット61の3次元モデルを表わしている。

【0023】更に、図6は、距離センサ82を用いてテーブル83の計測を行なう例を表わしている。この場合、符号82a、82bで示したように、センサを搭載したロボット81の姿勢を変化させ、複数の方向からテーブル83（他の周辺物体、例えばワークなどでも良い）を計測する。これら複数方向からの計測で得たデータを使えば、周知の原理に従い、テーブル83（または他の周辺物体）の3次元位置（姿勢を含む）を計測することが出来る。この計測結果に基づき、シミュレーション装置の画面上のテーブル（または他の周辺物体）の3次元モデル86の表示位置（画面上レイアウト位置）が修正される。なお、符号85はロボット81の3次元モデルを表わしている。

【0024】このように、3次元モデルの配置が完了した後に、実際の周辺装置、ワークの配置をセンサなどで

実測し、その実測値に基づいて、前記3次元モデルの配置を修正することで、正確なシステムの3次元モデルが構成され、正確なシミュレーションを行うことが出来るようになる。なお、センサは必ずしもシミュレーション対象のロボットに搭載される必要はなく、他のロボットあるいは固定的な配置を行なっても良い。例えば、簡便に2次元レイアウトだけを修正すれば良い場合には、作業空間の上方位置（1個所または複数個所）に2次元視覚センサを固定配置して実物のレイアウトを計測すれば良い。複数の2次元視覚センサを異なる位置に異なる姿勢で固定配置して、図4と同様の計測を行なうことも出来る。

【0025】ここで3次元視覚センサをロボットの先端に取り付けた例について、図7～図9を参照して補足説明しておく。図7、図8に示したように、全体のシステムは、ロボットコントローラ118、ロボット140、画像処理装置119、レーザを用いた3次元視覚センサ110、センサ制御部120から構成される。

【0026】ロボットコントローラ118、画像処理装置119はいずれもCPU、データメモリ、フレームメモリ、画像処理プロセッサ、インタフェース等を装備した周知のものであるので、その構成、機能等の詳細の説明は省略する。

【0027】3次元視覚センサ110は対象物の3次元的位置及び姿勢を計測するもので、複数のCCDカメラによりステレオ方式によるもの、スポット状やスリット状の光を参照光として照射する方式など種々のものが知られているが、ここでは一例として、スリット光を参照光とする3次元視覚センサを用いたケースについて述べることにする。

【0028】3次元視覚センサ110は、ロボット140の手先部に搭載され、投射部1113と検出部1114からなる。投射部1113はレーザ発振器111及び112を備え、光検出部1114は、受光素子1114aと結像用の光学系1114bを備えている。回線124を介して画像処理装置120からレーザセンサの動作指令を受けると、レーザ駆動部121、122がレーザ発振器111、112を駆動し、レーザビームLB1、LB2を発生させる。対象物面（作業空間50内に置かれたワーク、テーブル等）上の反射点S1、S2で拡散反射されたレーザビームは、光学系1114bにより反射点Sの位置に応じて受光素子1114a上に像を作る。この受光素子には例えば2次元CCDアレイが使用される。

【0029】3次元視覚センサ110は2つのレーザ光を投射する仕組みになっている。図9に示したように、レーザスリット光LB1、LB2はそれぞれ平面を定め、その交線LCが形成されることになる。周知の手順に従ったキャリブレーションにより、これらLB1、LB2の作る平面あるいは交線LCとレーザセンサ本体の位置関係を予め求めておく。計測時には、レーザ光の反

10

20

30

40

50

射点Sの受光素子上での位置が画像処理装置120により検出され、三角測量の原理により、レーザスリット光LB1、LB2のなす平面と、受光素子上の反射点の位置から、反射点の3次元位置が画像処理装置120により計算される。

【0030】複数の反射点の位置を求めることにより、計測対象物の3次元的位置、姿勢を求めることも出来る。また、3次元視覚センサ110とロボット140のアーム先端の位置関係が固定かつ既知であれば、対象物の位置姿勢は、ロボット140のもつ座標系空間内の値として求めることが出来る。このような3次元視覚センサとその動作は周知のものであるので、これ以上の詳細な説明は省略する。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、CAD装置等で予め作成された3次元モデル或いは2次元図面、その配置情報等をもCAD装置等からシミュレーション装置に取り込むことで、前記システムの3次元モデルを迅速、正確に短時間で構築してオフラインシミュレーションを行うことが可能になる。また、CAD装置から読み込んだ平面図面などの2次元形状情報をそのまま利用して簡易的な3次元モデルを作成することも出来る。更に、2次元形状情報を利用して容易に3次元モデルを作成することも可能になる。

【0032】より具体的に言えば、例えばCAD装置に格納された、ロボット、周辺機器、ワークなどの2次元形状情報や3次元モデルを利用することで、シミュレーションのために新たに3次元モデルを作成する必要がなく、正確、短時間にシミュレーション装置の画面に映し出される仮想空間上にロボットシステムを構築し、シミュレーションを実行することが可能となる。

【0033】シミュレーションを実行するにあたり、正確な3次元モデルを必要としない物体がある場合には、その物体の2次元図面をそのまま3次元空間に配置することで、簡易的な3次元モデルを作成し、3次元モデルの作成の手間を省くことが出来る。ワークなどの2次元図面を既にCAD装置で作成している場合には、平面図、側面図などからそのワークの構成要素の3次元形状\*

\*情報を容易に得ることが出来るので、その情報から3次元モデルの作成を迅速、正確に行うことが出来る。

【0034】CAD装置により、システム配置詞などを作成している場合には、この配置情報もシミュレーション装置に読み込むことで、シミュレーション装置の画面に映し出される仮想の3次元空間に、ロボットなどの3次元モデルを短時間、且つ正確に配置することができ、迅速にシミュレーションを実行することが可能となる。ロボットの作業点列をCAD装置などから読み込むことで、シミュレーション装置において、あたりに作業点の定義を行う手間がなく、迅速、正確にシミュレーションを行うことが出来る。

【0035】その作業点列を使って、シミュレーション装置に格納されていたロボット動作プログラムを完成させ、ロボットの3次元モデルを動作させるシミュレーションが実行出来る。以上、本実施形態に含まれる諸ケースで実行される手順の要点は、図2に示したフローチャートのようにまとめることが出来る。

【0036】[第2実施例] 上述したいずれかのケースの如く、実際の周辺機器、ワークの配置についてそれらの位置、姿勢を検出する。この検出結果に基づいて、ロボットの作業点や動作点を変換する座標変換式を求めることが出来る。ここで、先ずロボットのプログラムの作業点、動作点をこの座標変換式を使って直接修正することが考えられる。また、これに代えて、ロボットが動作する際に座標変換式で目標点を計算することも可能である。

【0037】このように、座標変換式を使って配置修正を行なう場合の手順の要点を、図10のフローチャートに示した。なお、変換式は、図12に示したフローチャートの第2ステップで予め設定されている「変換前の作業点の座標」を、「変換後の作業点の座標」、即ち、実際のシステムにおけるワーク等の配置を反映させた位置の座標に変換するもので、一般に、下記の4行4列の行列の形を有している。

【0038】

【数1】

$$\begin{array}{|c|} \hline A2 \\ \hline O2 \\ \hline N2 \\ \hline D2 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|cccc|} \hline Ax & Ox & Nx & dx \\ \hline Ay & Oy & Ny & dy \\ \hline Az & Oz & Nz & dz \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|} \hline A1 \\ \hline O1 \\ \hline N1 \\ \hline D1 \\ \hline \end{array}$$

変換後の作業点座標      座標変換式      元の作業点座標

【0039】ここで、行列要素Ax、Ox・・・dzの具体的な値は、既知のモデルを使ったキャリブレーションによって定めることが出来る。

【0040】[第3実施例] 上記のようにして、シミュレーション装置の画面上でのロボットと周辺機器、ワークの配置を実際のシステムにおけるそれらの配置と一致

させることが出来る。そこで次に、シミュレーション装置の画面において、ロボットと周辺機器、ワークの相対的な位置関係を見て、ロボットの作業点または動作点を変えた場合、シミュレーション上のロボットの座標系において、該変更量を求め、該変更量に等しい変化量を実際のロボットに指令することにより、シミュレーション装置の画面上からロボットを思い通りに動かすことが出来る。

【0041】これによって、シミュレーション装置上に座標系や矢印などの物差しの表示とともに、シミュレーション画面上のロボットの動作を簡単に変更することが出来る。以上の手順の要点をまとめれば、図11のフローチャートのようになる。

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、シミュレーション装置上で、オフラインプログラミングに必要な周辺機器やワーク等の3次元モデルを、センサの助けを借りて、簡単に短時間で修正することが出来る。同時に、ロボットなどの作業機械の動作を、周辺物体に対して正確に合わせることが出来る。

【0043】また、オフラインプログラミングで作成した3次元モデリングの画面における、ロボットなどの作業機械の動作の変更や、実際のロボットなどの作業機械の動作の変更が、実際のロボットなどの作業実際の動作またはプログラムに直接修正を加えることが出来る。そして、シミュレーション装置の画面に物差しなどの判り易い表示で支援することで、簡単にオンラインで動作の修正が出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】各実施例で使用されるシミュレーション装置の要部構成をブロック図で示したものである。

【図2】第1の実施例における処理手順の要点を記したフローチャートである。

【図3】第1実施例について説明する図で、実際のレイアウト(a)の計測により、画面上のレイアウト(b)を修正する1つの例を示した図である。

【図4】第1実施例について説明する図で、2次元センサで実際のレイアウトの計測を行なう例を示した図である。

【図5】第1実施例について説明する図で、複数の物体の計測(a)により、画面上の相対位置関係(b)を修正する例を示した図である。

【図6】第1実施例について説明する図で、実際のレイアウト(a)を距離センサで計測し、画面上のレイアウト(b)を修正する例を示した図である。

【図7】3次元視覚センサを用いる場合における要部配置図を示したものである。

【図8】3次元視覚センサの要部構成と動作を説明する図である。

【図9】3次元視覚センサの投射部から投射されるスリ

ット状のレーザ光の様子を示したものである。

【図10】第2の実施例における処理手順の要点を記したフローチャートである。

【図11】第3の実施例における処理手順の要点を記したフローチャートである。

【符号の説明】

11、45、71、85 作業機械(ロボット)の3次元モデル

12 作業機械の動作軌跡

13、44、66、84 ディスプレイ画面(3次元空間)

14 シミュレーション装置の本体部

15 アニメーション演算表示装置

16 データ記憶装置

17 作業機械(ロボット)の動作演算処理装置

42 センサ

43、83 周辺物体(例えばテーブル、ワーク等の実物)

45 ロボットの3次元モデル

46、86 周辺物体(例えばテーブル、ワーク等の実物)の3次元モデル

51、61、81 ロボット(実物)

52、52a、52b、52c 2次元センサ

63 テーブルa(実物)

64、83 テーブルb(実物)

65 テーブルc(実物)

68 テーブルaの3次元モデル

69 テーブルbの3次元モデル

70 テーブルcの3次元モデル

82a、82b、82c 2次元センサ

100 視覚センサ本体部

101 視覚センサ本体部(補助センサ)

111、112 レーザ発振器

113 投射部

114 検出部

114a 受光素子(CCDアレイ)

114b 結像用光学系

118 ロボットコントローラ

119 画像処理装置

120 センサ制御部

121、122 レーザ駆動部

123 信号検出部

124 回線

140 ロボット

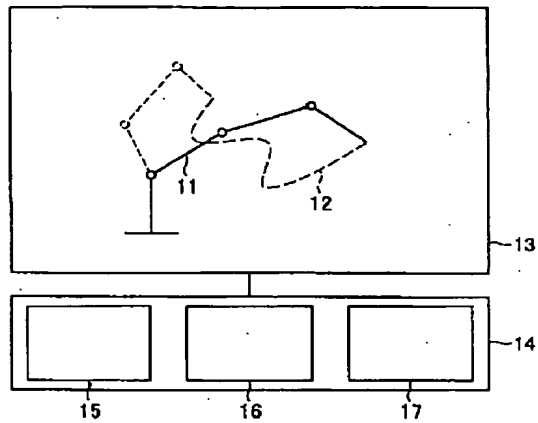
150 作業空間

LB1、LB2 レーザ光(スリット状)

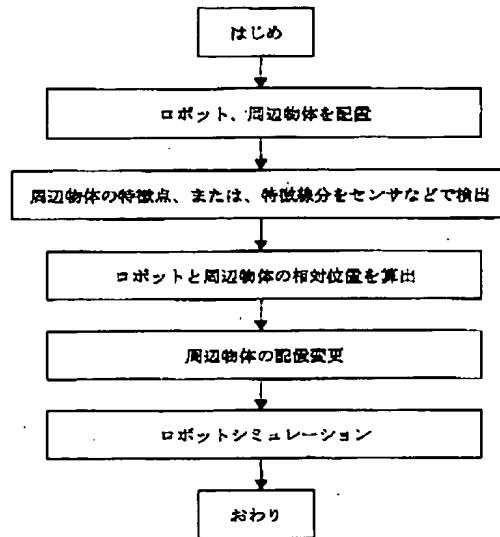
LC スリット状レーザ光LB1、LB2の作る2つの平面の交線

S1、S2 対象物上の反射点

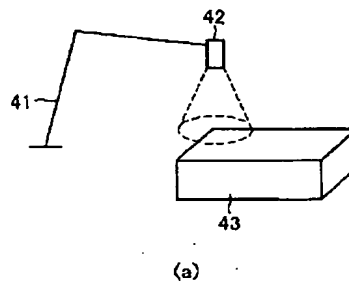
【図1】



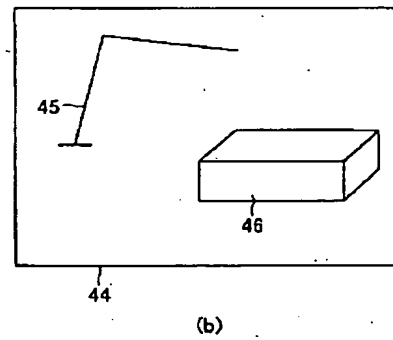
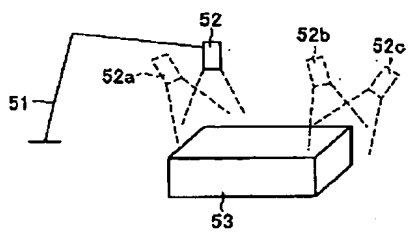
【図2】



【図3】

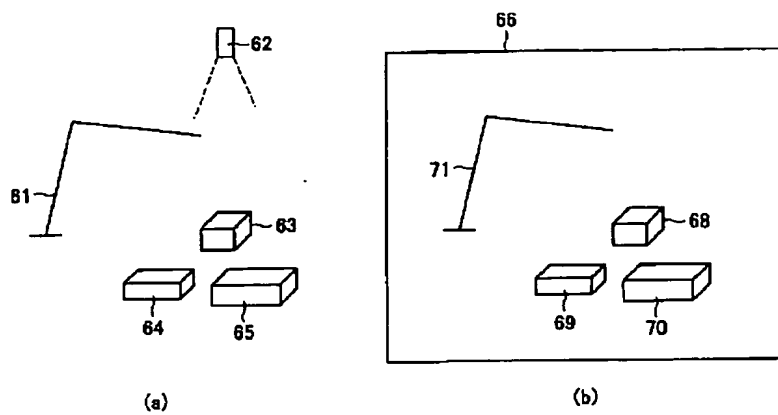


【図4】

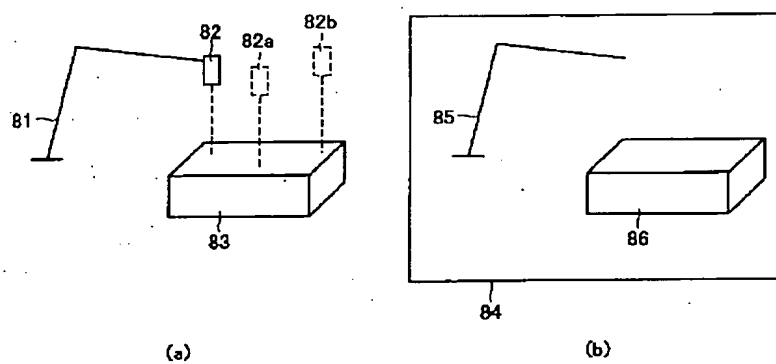




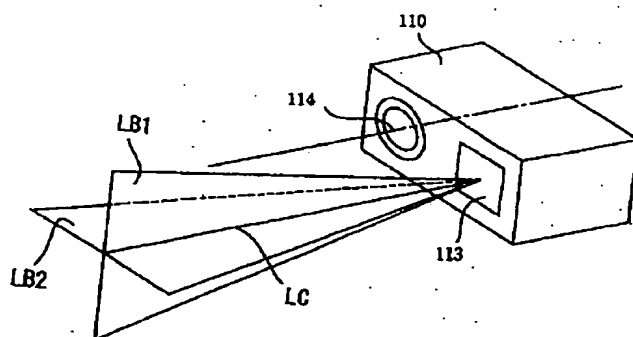
【図5】



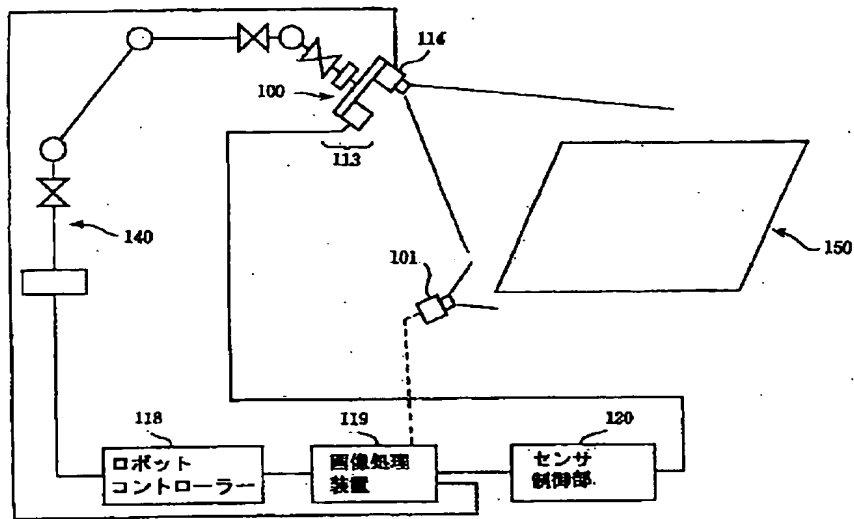
【図6】



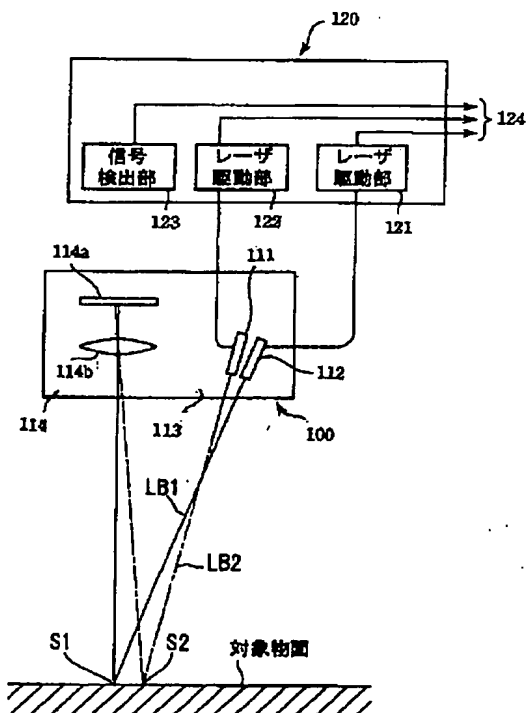
【図9】



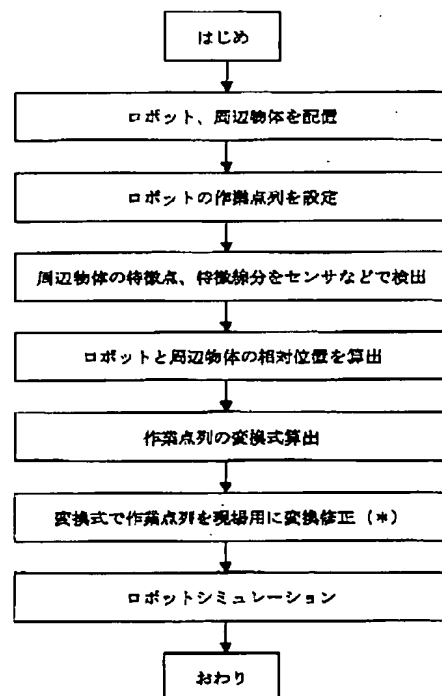
【図7】



【図8】

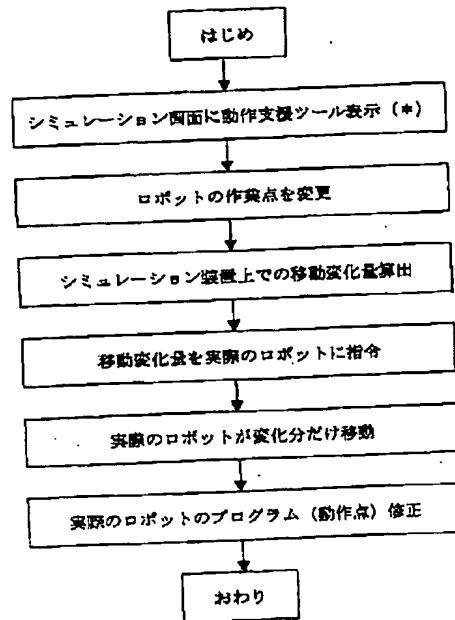


【図10】



(\*) ロボットが動作するときに、目標点を座標変換式で計算してもよい。

【図11】



(\*) 座標系の読み、動作方向の決定などのものを示す。

フロントページの続き

Fターム(参考) 3C007 JS02 KS05 KS36 KT01 KT05  
KW06 KX06 LS14 LS20 MT01  
5B050 AA03 BA09 BA13 BA18 EA12  
EA19 FA02  
5H269 AB01 AB33 BB07 BB08 FF05  
QC01 QC03 QD03 QE03 SA08  
SA10